

**TUGAS AKHIR**  
**MODEL HUBUNGAN TINGKAT KINERJA SIMPANG DENGAN**  
**KUALITAS UDARA (STUDI KASUS DI DUA SIMPANG BERDEKATAN**  
**JALAN RANUGRATI KOTA MALANG)**

**Untuk Memenuhi Persyaratan**  
**Memperoleh Gelar Sarjana (S-1)**



**Disusun Oleh:**  
**HELGA YASA MAHARDIKA**  
**1921161**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL S-1**  
**FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN**  
**INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG**  
**MALANG**  
**2024**

**LEMBAR PERSETUJUAN**  
**TUGAS AKHIR**  
**MODEL HUBUNGAN TINGKAT KINERJA SIMPANG DENGAN**  
**KUALITAS UDARA (STUDI KASUS DI DUA SIMPANG BERDEKATAN**  
**JALAN RANUGRATI KOTA MALANG)**


**Disusun Oleh:**  
**HELGA YASA MAHARDIKA**  
**NIM 1921161**

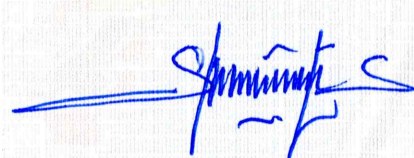
**Telah disetujui oleh Dosen Pembimbing untuk diujikan**  
**Pada Tanggal 15 Juli 2024**

Menyetujui,  
Dosen Pembimbing

Pembimbing I

Pembimbing II

  
**Dr. Ir. Nusa Sebayang, MT.**  
NIP. 196702181993031002

  
**Sriliani Surbakti, ST., MT.**  
NIP.P. 1031500509

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Sipil S-1

  
  
**Dr. Yosimson P. Manaha, ST., MT.**  
NIP. P. 1030300383


**LEMBAR PENGESAHAN**  
**TUGAS AKHIR**  
**MODEL HUBUNGAN TINGKAT KINERJA SIMPANG DENGAN**  
**KUALITAS UDARA (STUDI KASUS DI DUA SIMPANG BERDEKATAN**  
**JALAN RANUGRATI KOTA MALANG)**

**Tugas Akhir Ini Telah Dipertahankan Di Depan Dosen Penguji Ujian Tugas Akhir Jenjang Strata (S-1) Pada Tanggal 15 Juli 2024 Dan Diterima Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Untuk Menulis Tugas Akhir.**


**Disusun Oleh:**  
**HELGA YASA MAHARDIKA**  
**NIM 1921161**

Dosen Pembahas,

Dosen Pembahas I

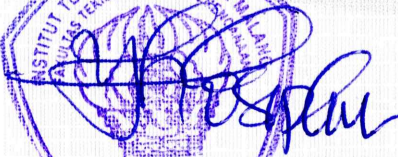
  
**Ir. Togi H. Nainggolan, MS.**  
NIP. Y. 1018300052

Dosen Pembahas II


  
**Annur Ma'ruf, ST., MT.**  
NIP.P. 1031700528

Disahkan Oleh:

Ketua Program Studi

Teknik Sipil S-1  
  
**Dr. Yosimson P. Manaha, ST., M.T.**  
NIP. P. 1030300383

Sekretaris Program Studi

Teknik Sipil S-1  
  
**Nenny Roostrianawaty, ST., MT.**  
NIP. P. 1031700533

## PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Helga Yasa Mahardika

NIM : 1921161

Progam Studi : Teknik Sipil

Falkultas : Falkultas Teknik Sipil dan Perencanaan

Menyatakan bahwa Tugas Akhir saya yang berjudul :

### **MODEL HUBUNGAN TINGKAT KINERJA SIMPANG DENGAN KUALITAS UDARA (STUDI KASUS DI DUA SIMPANG BERDEKATAN JALAN RANUGRATI KOTA MALANG)**

Adalah sebenar-benarnya bahwa sepanjang pengetahuan saya, di dalam naskah Tugas Akhir ini tidak terdapat karya ilmiah yang pernah diajukan oleh orang lain untuk memperoleh gelar akademik di suatu Perguruan Tinggi, dan tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis dikutip dalam naskah ini disebutkan dalam sumber kutipan dan daftar pustaka.

Apabila ternyata di dalam naskah Tugas Akhir ini dapat dibuktikan terdapat unsur-unsur PLAGIASI, saya bersedia Tugas Akhir ini digugurkan dan gelar akademik yang saya peroleh (SARJANA) dibatalkan,serta diproses sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku ( UU No 20 Tahun 2003, Pasal 25 ayat 2 dan pasal 70 ).

Malang, Agustus 2024  
Yang membuat pernyataan



HELGA YASA MAHARDIKA

## ABSTRAK

HELGA YASA MAHARDIKA, (NIM.1921161) “**MODEL HUBUNGAN TINGKAT KINERJA SIMPANG DENGAN KUALITAS UDARA (STUDI KASUS DI DUA SIMPANG BERDEKATAN JALAN RANUGRATI KOTA MALANG)**” Program Studi Teknik Sipil S-1, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Nasional Malang, Dosen Pembimbing I : Dr. Ir. Nusa Sebayang, MT. Dosen Pembimbing II : Sriliani Surbakti, ST., MT.

---

Harga yang murah dan kemudahan dalam pengoperasian transportasi darat berdampak pada meningkatnya tingkat kepadatan transportasi terutama di persimpangan, sehingga menimbulkan kemacetan dan pencemaran udara. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan model hubungan antara tingkat kemacetan dengan kualitas udara di dua simpang berdekatan Jalan Ranugrati, yaitu pada Jalan Ranugrati, Jalan Danau Toba, Jalan Raya Sawojajar dan pada Jalan Danau Toba, Jalan Dirgantara dan, Jalan Danau Ranau.

Analisis data mengikuti standar Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia 2023 dan Peraturan Menteri Perhubungan No. 96 Tahun 2015 untuk menganalisis tingkat pelayanan simpang. Indeks Standar Kualitas Udara 2020 digunakan sebagai pedoman. Untuk menganalisa data kualitas udara yang didapatkan menggunakan alat *air monitoring portable*, dengan parameter udara yang diambil adalah SO<sub>2</sub> (Sulfur Dioksida) dan CO (Karbon monoksida) serta pengambilan data dilakukan selama tiga hari yaitu pada tanggal 16, 17, 18 Desember 2023.

Dari hasil analisis didapatkan nilai tundaan simpang terbesar terdapat pada hari Sabtu, 16 Desember 2023 yaitu sebesar 47,9 det/smp, derajat kejenuhan sebesar 0,656, kapasitas 207 smp/jam dengan tingkat pelayanan E, pada analisis ISPU pada parameter CO didapatkan nilai sebesar 0,47256 dengan kategori baik sedangkan parameter SO<sub>2</sub> didapatkan nilai sebesar 17,618 dengan kategori baik. Sehingga didapatkan model hubungan pada simpang 1 adalah  $Y = -37,513 + 1,6436 x$  dimana Y = emisi gas CO dan x = Tundaan dan  $Y = -21,841 + 0,7434 x$  dimana Y = emisi gas SO<sub>2</sub> dan x = Tundaan. Pada simpang 2 adalah  $Y = -56,003 + 3,939 x$  dimana Y = emisi gas CO dan x = Tundaan dan  $Y = -17,73 + 1,1453 x$  dimana Y = emisi gas SO<sub>2</sub> dan x = Tundaan.

Kata kunci: *Indeks Standar Pencemar Udara (ISPU), Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia 2023 (PKJI2023), Simpang Bersinyal*

## **KATA PENGANTAR**

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa atas segala rahmat, hidayah, dan karunia-Nya, yang telah memberikan inspirasi dan kemampuan bagi kami untuk menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul “MODEL HUBUNGAN TINGKAT KINERJA SIMPANG DENGAN KUALITAS UDARA (STUDI KASUS DI DUA SIMPANG BERDEKATAN JALAN RANUGRATI KOTA MALANG”. Penyusunannya dapat terlaksana dengan baik berkat dukungan dari berbagai pihak. Untuk itu pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Awan Uji Krismanto, ST., MT., Ph.D selaku Rektor Institut Teknologi Nasional Malang
2. Dr. Yosimson P. Manaha, ST., MT selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil S-1 Institut Teknologi Nasional Malang.
3. Vega aditama, ST., MT. selaku Kepala Studio Skripsi Teknik Sipil
4. Dr. Ir. Nusa Sebayang, MT. selaku Dosen Pembimbing I
5. Sriliani Surbakti, ST., M.T. selaku Dosen Pembimbing II
6. Orang Tua yang memberikan dukungan moril dan materiil
7. Rekan mahasiswa Teknik Sipil S-1 Institut Teknologi Nasional Malang.

Penyusun menyadari bahwa tugas akhir ini mungkin masih memiliki kekurangan dan ruang untuk penyempurnaan. Oleh karena itu, kami sangat mengharapkan saran dan masukan dari pihak-pihak yang berkepentingan. Akhir kata, semoga tugas akhir ini dapat menjadi langkah awal yang bermanfaat dalam perjalanan ilmiah kami, serta memberikan kontribusi nyata bagi perkembangan ilmu pengetahuan dan masyarakat.

Malang,            2024

Helga Yasa Mahardika  
1921161

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL .....</b>	<b>i</b>
<b>LEMBAR PERSETUJUAN .....</b>	<b>ii</b>
<b>LEMBAR PENGESAHAN .....</b>	<b>iii</b>
<b>PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR .....</b>	<b>iv</b>
<b>ABSTRAK .....</b>	<b>v</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>vi</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>vii</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>x</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>xiv</b>
<b>BAB 1 PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar belakang .....	1
1.2 Identifikasi Masalah .....	5
1.3 Rumusan Masalah .....	6
1.4 Maksud dan Tujuan.....	6
1.5 Batasan Masalah.....	7
1.6 Manfaat Penulisan .....	7
1.6.1 Manfaat Teoritis .....	7
1.6.2 Manfaat Praktis .....	7
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>8</b>
2.1 Penelitian Terdahulu .....	8
2.2 Jenis-Jenis Persimpangan.....	12
2.3 Kapasitas Simpang APILL.....	14
2.3.1 Data Masukan.....	16
2.3.2 Tipe Pendekat.....	17
2.3.3 Arus Jenuh Dasar .....	18
2.3.4 Rasio Fase .....	24
2.3.5 Waktu Siklus .....	24

2.3.6 Waktu Hijau .....	25
2.3.7 Kapasitas Simpang .....	25
2.3.8 Derajat kejenuhan.....	26
2.4 Kinerja lalu lintas Simpang APILL .....	26
2.4.1 Panjang Antrian.....	26
2.4.2 Rasio kendaraan henti .....	27
2.4.3 Tundaan.....	28
2.5 Nilai Tingkat Pelayanan Simpang.....	30
2.6 Pencemaran Udara .....	31
2.6.1 Pengertian Pencemaran Udara .....	31
2.7 Standar Baku Mutu Kualitas Udara .....	31
2.7.1 Standar Baku Mutu Kualitas Udara di Jawa Timur .....	31
2.7.2 Indeks Standar Pencemar Udara (ISPU) .....	32
2.8 <i>Air Monitoring Portable</i> .....	36
2.9 Analisis Regresi .....	37
2.9.1 Regresi Linier Sederhana .....	37
2.9.2 Regresi Linier Polinomial .....	38
2.9.3 Regresi Linier Eksponensial .....	38
2.9.4 Validasi Regresi .....	38
2.9.5 Koefisien Korelasi.....	39
<b>BAB III METODE PENELITIAN .....</b>	<b>40</b>
3.1 Lokasi Penelitian.....	40
3.2 Pengambilan Data .....	40
3.2.1 Data Primer .....	40
3.2.2 Data Sekunder .....	41
3.3 Pelaksanaan Survei.....	41
3.4 Metode Pengolahan Data .....	43
3.5 Bagan Alir .....	44
<b>BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>46</b>
4.1 Data Sekunder .....	46



4.1.1 Jumlah Penduduk .....	46
4.2 Data Primer .....	46
4.2.1 Geometrik Simpang .....	46
4.2.2 Data Volume Lalu Lintas .....	49
4.2.3 Fase dan Waktu Sinyal Apill .....	76
4.3 Kinerja Simpang.....	78
4.4 Analisa Kualitas Udara .....	90
4.4.1 Perhitungan Konversi Emisi .....	92
4.4.2 Perhitungan Indeks Standar Pencemar Udara (ISPU).....	96
4.5 Model Hubungan Kinerja Simpang dengan Kualitas Udara.....	104
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>119</b>
5.1 Kesimpulan .....	119
a. Saran.....	121
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>122</b>
<b>LAMPIRAN</b>	

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 2. 1</b> Penelitian Terdahulu.....	8
<b>Tabel 2. 2</b> Nilai normal waktu antar hijau .....	15
<b>Tabel 2.3</b> Nilai Ekvivalen Mobil Penumpang (EMP) .....	17
<b>Tabel 2.4</b> Faktor Penyesuaian Ukuran Kota.....	19
<b>Tabel 2.5</b> Faktor Penyesuaian untuk Tipe Lingkungan Simpang, Hambatan Samping, dan Kendaraan Tak Bermotor (FHS).....	20
<b>Tabel 2.6</b> Pelayanan Persimpangan dengan APILL.....	30
<b>Tabel 2.7</b> Baku Mutu Ambien Untuk Industri atau Kegiatan Usaha Lainnya .....	31
<b>Tabel 2.8</b> Konversi Nilai Konsentrasi Parameter ISPU .....	33
<b>Tabel 2.9</b> Kategori Angka Rentang ISPU .....	34
<b>Tabel 2.10</b> Penjelasan Nilai ISPU .....	34
<b>Tabel 3.1</b> Form survei volume kendaraan dan baku mutu kualitas udara .....	43
<b>Tabel 4.1</b> Data geometrik jalan pada simpang 1 .....	49
<b>Tabel 4.2</b> Data geometrik jalan pada simpang 2 .....	49
<b>Tabel 4.3</b> Nilai Ekvivalen Mobil Penumpang (EMP) .....	50
<b>Tabel 4.4</b> Data lalu lintas di simpang 1 pendekat utara pada hari Sabtu 16 Desember 2023 (kend/jam).....	50
<b>Tabel 4.5</b> Lalu lintas di simpang 1 pendekat utara pada hari Sabtu 16 Desember 2023 (smp/jam).....	51
<b>Tabel 4.6</b> Volume Lalu lintas di simpang 1 pada hari Sabtu 16 Desember 2023 .....	52
<b>Tabel 4.7</b> Data lalu lintas di simpang 1 pendekat utara pada hari Minggu 17 Desember 2023 (kend/jam) .....	54
<b>Tabel 4.8</b> Lalu lintas di simpang 1 pendekat utara pada hari Minggu 17 Desember 2023 (smp/jam).....	55
<b>Tabel 4.9</b> Volume Lalu lintas di simpang 1 pada hari Minggu 17 Desember 2023...	56
<b>Tabel 4.10</b> Data lalu lintas pada simpang 1 pendekat utara pada Senin 18 Desember 2023 (kend/jam) .....	58

<b>Tabel 4.11</b> Lalu lintas pada simpang 1 pendekat utara pada hari Senin 18 Desember 2023 (smp/jam) .....	59
<b>Tabel 4.12</b> Volume Lalu lintas di simpang 1 pada hari Senin 18 Desember 2023 ....	60
<b>Tabel 4.13</b> Data lalu lintas pada simpang 2 pendekat utara pada hari Sabtu 16 Desember 2023 (kend/jam) .....	62
<b>Tabel 4.14</b> Lalu lintas pada simpang 2 pendekat utara pada hari Sabtu 16 Desember 2023 (smp/jam) .....	63
<b>Tabel 4.15</b> Volume Lalu lintas di simpang 2 pada hari Sabtu 16 Desember 2023 ....	64
<b>Tabel 4.16</b> Data lalu lintas pada simpang 2 pendekat utara pada hari Minggu 17 Desember 2023 (kend/jam) .....	66
<b>Tabel 4.17</b> Lalu lintas pada simpang 2 pendekat utara pada hari Minggu 17 Desember 2023 (smp/jam) .....	67
<b>Tabel 4.18</b> Volume Lalu lintas di simpang 2 pada hari Minggu 17 Desember 2023.	68
<b>Tabel 4.19</b> Data lalu lintas pada simpang 2 pendekat utara pada hari Senin 18 Desember 2023 (kend/jam) .....	70
<b>Tabel 4.20</b> Lalu lintas pada simpang 2 pendekat utara pada hari Senin 18 Desember 2023 (smp/jam) .....	71
<b>Tabel 4.21</b> Volume Lalu lintas di simpang 2 pada hari Senin 18 Desember 2023 ....	72
<b>Tabel 4. 22</b> Tabel waktu sinyal pada simpang 1 .....	77
<b>Tabel 4.23</b> Tabel waktu sinyal pada simpang 2 .....	78
<b>Tabel 4.24</b> Faktor Penyesuaian Ukuran Kota.....	82
<b>Tabel 4.25</b> Faktor Penyesuaian untuk Tipe Lingkungan Simpang, Hambatan Samping, dan Kendaraan Tak Bermotor (FHS).....	83
<b>Tabel 4.26</b> Tingkat Pelayanan pada Simpang 1 Hari Sabtu .....	88
<b>Tabel 4.27</b> Tingkat Pelayanan pada Simpang 1 Hari Minggu.....	88
<b>Tabel 4.28</b> Tingkat Pelayanan pada Simpang 1 Hari Senin .....	88
<b>Tabel 4.29</b> Tingkat Pelayanan pada Simpang 2 Hari Sabtu .....	89
<b>Tabel 4.30</b> Tingkat Pelayanan pada Simpang 2 Hari Minggu.....	89
<b>Tabel 4.31</b> Tingkat Pelayanan pada Simpang 2 Hari Senin .....	89

<b>Tabel 4.32</b> Hasil Survei Kualitas Udara pada Simpang 1 Hari Sabtu 16 Desember 2023 .....	90
<b>Tabel 4.33</b> Hasil Survei Kualitas Udara pada Simpang 1 Hari Minggu 17 Desember 2023 .....	90
<b>Tabel 4.34</b> Hasil Survei Kualitas Udara pada Simpang 1 Hari Senin 18 Desember 2023 .....	91
<b>Tabel 4.35</b> Hasil Survei Kualitas Udara pada Simpang 2 Hari Sabtu 16 Desember 2023 .....	91
<b>Tabel 4.36</b> Hasil Survei Kualitas Udara pada Simpang 2 Hari Minggu 17 Desember 2023 .....	91
<b>Tabel 4.37</b> Hasil Survei Kualitas Udara pada Simpang 2 Hari Senin 18 Desember 2023 .....	92
<b>Tabel 4.38</b> Hasil Konversi Kualitas Udara pada Simpang 1 Hari Sabtu 16 Desember 2023 .....	93
<b>Tabel 4.39</b> Hasil Konversi Kualitas Udara pada Simpang 1 Hari Minggu 17 Desember 2023 .....	93
<b>Tabel 4.40</b> Hasil Konversi Kualitas Udara pada Simpang 1 Hari Senin 18 Desember 2023 .....	94
<b>Tabel 4.41</b> Hasil Konversi Kualitas Udara pada Simpang 2 Hari Sabtu 16 Desember 2023 .....	94
<b>Tabel 4.42</b> Hasil Konversi Kualitas Udara pada Simpang 2 Hari Minggu 17 Desember 2023 .....	95
<b>Tabel 4.43</b> Hasil Konversi Kualitas Udara pada Simpang 2 Hari Senin 18 Desember 2023 .....	95
<b>Tabel 4.44</b> Kategori Angka Rentang ISPU .....	97
<b>Tabel 4.45</b> Tabel Analisa Kualitas Udara CO Berdasarkan Analisa ISPU pada Simpang 1 Hari Sabtu .....	97
<b>Tabel 4.46</b> Tabel Analisa Kualitas Udara SO <sub>2</sub> Berdasarkan Analisa ISPU pada Simpang 1 Hari Sabtu .....	98

<b>Tabel 4.47</b> Tabel Analisa Kualitas Udara CO Berdasarkan Analisa ISPU pada Simpang 1 Hari Minggu.....	98
<b>Tabel 4.48</b> Tabel Analisa Kualitas Udara SO2 Berdasarkan Analisa ISPU pada Simpang 1 Hari Minggu.....	99
<b>Tabel 4.49</b> Tabel Analisa Kualitas Udara CO Berdasarkan Analisa ISPU pada Simpang 1 Hari Senin .....	100
<b>Tabel 4.50</b> Tabel Analisa Kualitas Udara SO2 Berdasarkan Analisa ISPU pada Simpang 1 Hari Senin .....	100
<b>Tabel 4.51</b> Tabel Analisa Kualitas Udara CO Berdasarkan Analisa ISPU pada Simpang 2 Hari Sabtu .....	101
<b>Tabel 4.52</b> Tabel Analisa Kualitas Udara SO2 Berdasarkan Analisa ISPU pada Simpang 2 Hari Sabtu .....	101
<b>Tabel 4.53</b> Tabel Analisa Kualitas Udara CO Berdasarkan Analisa ISPU pada Simpang 2 Hari Minggu.....	102
<b>Tabel 4.54</b> Tabel Analisa Kualitas Udara SO2 Berdasarkan Analisa ISPU pada Simpang 2 Hari Minggu.....	103
<b>Tabel 4.55</b> Tabel Analisa Kualitas Udara CO Berdasarkan Analisa ISPU pada Simpang 2 Hari Senin .....	103
<b>Tabel 4.56</b> Tabel Analisa Kualitas Udara SO2 Berdasarkan Analisa ISPU pada Simpang 2 Hari Senin .....	104
<b>Tabel 4.57</b> Hubungan Tundaan dan Karbon Monoksida pada Simpang 1.....	105
<b>Tabel 4.58</b> Analisis Hubungan Tundaan dan Karbon Monoksida pada Simpang 1.	106
<b>Tabel 4.59</b> Hubungan Tundaan dan Sulfur Dioksida pada Simpang 1 .....	108
<b>Tabel 4.60</b> Analisis Hubungan Tundaan dan Sulfur Dioksida pada Simpang 1 .....	109
<b>Tabel 4.61</b> Hubungan Tundaan dan Karbon Monoksida pada Simpang 2.....	112
<b>Tabel 4.62</b> Analisis Hubungan Tundaan dan Karbon Monoksida pada Simpang 2.	113
<b>Tabel 4.63</b> Hubungan Tundaan dan Sulfur Dioksida pada Simpang 2 .....	115
<b>Tabel 4.64</b> Analisis Hubungan Tundaan dan Sulfur Dioksida pada Simpang 2 .....	116

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 1.1</b> Dua simpang berdekatan Jalan Ranugrati dari <i>google earth</i> .....	3
<b>Gambar 1.2</b> Dua simpang berdekatan Jalan Ranugrati dari <i>google earth</i> .....	3
<b>Gambar 1.3</b> Situasi dua simpang di timur dan barat Jalan Ranugrati di pagi hari .....	4
<b>Gambar 1.4</b> Situasi dua simpang di timur dan barat Jalan Ranugrati di sore hari.....	4
<b>Gambar 2.1</b> Jenis Dasar dari Gerak Kendaraan.....	13
<b>Gambar 2.2</b> Pergerakan Kendaraan Pada Simpang Tak Bersinyal .....	13
<b>Gambar 2.3</b> Pergerakan Kendaraan Pada Simpang Bersinyal Dua Fase.....	14
<b>Gambar 2.4</b> Konflik Primer dan Sekunder Pada Simpang APILL 4 Lengan.....	15
<b>Gambar 2.5</b> Urutan waktu menyala isyarat pada pengaturan APILL dua fase .....	16
<b>Gambar 2.6</b> Penentuan Tipe Pendekat.....	18
<b>Gambar 2.7</b> Faktor Penyesuaian Untuk Kelandaian (FG).....	21
<b>Gambar 2.8</b> Faktor Penyesuaian Untuk Pengaruh Belok Kiri (FBKi) Untuk Pendekat Tipe P, Tanpa BKiJT, dan Le Ditentukan Oleh LM.....	22
<b>Gambar 2.9</b> Faktor Penyesuaian untuk Pengaruh Belok Kiri (FBKi) untuk Pendekat Tipe P, Tanpa BKiJT, dan Le Ditentukan Oleh LM.....	23
<b>Gambar 2.10</b> <i>air monitoring portable</i> .....	37
<b>Gambar 3.1</b> Gambar Lokasi Penelitian.....	40
<b>Gambar 3.2</b> Gambar titik survey .....	42
<b>Gambar 3.3</b> Bagan Alir.....	45
<b>Gambar 4.1</b> Lokasi penelitian.....	46
<b>Gambar 4.2</b> Geometrik jalan pada simpang 1 .....	47
<b>Gambar 4.3</b> Geometrik jalan pada simpang 2 .....	48
<b>Gambar 4.4</b> Grafik volume lalu lintas pada simpang 1 hari Sabtu 16 Desember 2023 pagi hari .....	53
<b>Gambar 4.5</b> Grafik volume lalu lintas pada simpang 1 hari Sabtu 16 Desember 2023 siang hari.....	53
<b>Gambar 4.6</b> Grafik volume lalu lintas pada simpang 1 hari Sabtu 16 Desember 2023 sore hari.....	54

<b>Gambar 4.7</b> Grafik volume lalu lintas pada simpang 1 hari Minggu 17 Desember 2023 pagi hari .....	57
<b>Gambar 4.8</b> Grafik volume lalu lintas pada simpang 1 hari Minggu 17 Desember 2023 siang hari.....	57
<b>Gambar 4.9</b> Grafik volume lalu lintas pada simpang 1 hari Minggu 17 Desember 2023 sore hari.....	58
<b>Gambar 4.10</b> Grafik volume lalu lintas pada simpang 1 Senin 18 Desember 2023 pagi hari .....	61
<b>Gambar 4.11</b> Grafik volume lalu lintas pada simpang 1Senin 18 Desember 2023 siang hari .....	61
<b>Gambar 4.12</b> Grafik volume lalu lintas pada simpang 1 Senin 18 Desember 2023 sore hari .....	62
<b>Gambar 4.13</b> Grafik volume lalu lintas pada simpang 2 Sabtu 16 Desember 2023 pagi hari.....	65
<b>Gambar 4.14</b> Grafik volume lalu lintas pada simpang 2 Sabtu 16 Desember 2023 siang hari .....	65
<b>Gambar 4.15</b> Grafik volume lalu lintas pada simpang 2 Sabtu 16 Desember 2023 sore hari .....	66
<b>Gambar 4.16</b> Grafik volume lalu lintas pada simpang 2 Minggu 17 Desember 2023 pagi hari.....	69
<b>Gambar 4.17</b> Grafik volume lalu lintas pada simpang 2 Minggu 17 Desember 2023 siang hari .....	69
<b>Gambar 4.18</b> Grafik volume lalu lintas pada simpang 2 Minggu 17 Desember 2023 sore hari .....	70
<b>Gambar 4.19</b> Grafik volume lalu lintas pada simpang 2 Senin 18 Desember 2023 pagi hari.....	73
<b>Gambar 4.20</b> Grafik volume lalu lintas pada simpang 2 Senin 18 Desember 2023 siang hari .....	73

<b>Gambar 4.21</b> Grafik volume lalu lintas pada simpang 2 Senin 18 Desember 2023 sore hari .....	74
<b>Gambar 4.22</b> Grafik rekapitulasi volume lalu lintas pada simpang 1 hari Sabtu, Minggu, dan Senin.....	74
<b>Gambar 4.23</b> Grafik rekapitulasi volume lalu lintas pada simpang 2 hari Sabtu, Minggu, dan Senin.....	75
<b>Gambar 4.24</b> Fase sinyal pada simpang 1 .....	76
<b>Gambar 4. 25</b> Diagram waktu sinyal simpang 1 .....	76
<b>Gambar 4.26</b> Fase sinyal pada simpang 2 .....	77
<b>Gambar 4.27</b> Diagram waktu sinyal simpang 2 .....	77
<b>Gambar 4.28</b> Arus jenuh dasar (Jo) untuk pendekat tak terlindung (tipe O).....	82
<b>Gambar 4. 29</b> Faktor Penyesuaian Untuk Kelandaian (FG).....	84
<b>Gambar 4.30</b> Grafik nilai tundaan dan karbon monoksida pada simpang 1.....	105
<b>Gambar 4.31</b> Grafik nilai tundaan dan Sulfur dioksida pada simpang 1.....	108
<b>Gambar 4.32</b> Grafik Hubungan antara tundaan dengan Karbon Monoksida di simpang 1.....	111
<b>Gambar 4.33</b> Grafik Hubungan antara tundaan dengan Sulfur Dioksida di simpang 1 .....	111
<b>Gambar 4.34</b> Grafik nilai tundaan dan karbon monoksida pada simpang 2.....	112
<b>Gambar 4.35</b> Grafik nilai tundaan dan Sulfur dioksida pada simpang 2.....	115
<b>Gambar 4.36</b> Grafik Hubungan antara tundaan dengan Karbon Monoksida di simpang 2.....	118
<b>Gambar 4.37</b> Grafik Hubungan antara tundaan dengan Sulfur Dioksida di simpang 2 .....	118